

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 小菅 将洋

題目 ネマティック液晶における電場誘起相転移とその電子ディスプレイへの応用

学位論文の概要及び要旨

近年、液晶を用いた電子ディスプレイは様々な分野で用いられているが、そのような産業の発展とともに、液晶ディスプレイ (LCD) の画像技術に対して強い改善要求がある。中でも動画像を映す際の応答特性の向上は重要な要素の1つである。動画応答特性は液晶を含む周辺技術の革新によって、現在も改善されつつあるが要求される性能を未だ十分には満たしてはいない。本学位論文は、動画応答特性の改善要求を満たす1つの新規技術として、液晶材料の液体 (I相) 温度状態において電場によって誘起される相転移現象を電子ディスプレイに応用することの可能性に関する研究成果をまとめたものである。本論文の構成を以下に示す。

1章では本研究テーマの背景と目的を記述している。2章では液晶の基本物性、LCDの基本原理および液晶のI相での電場誘起相転移現象を概説した。3章では液晶のネマティック (N) - 等方性液体 (I) 相転移に対するLandau-de Gennes理論をもとに、I相での電場効果に関する理論解析および数値解析を行った結果について記述した。4章では電場誘起による相転移発現の検証実験として、広範囲で一律な電界を発生させることができる対向電極セルを用いて、静的光学特性および動的応答特性を評価した結果を述べ、2章の理論解析および数値解析結果との比較、考察について記述した。5章では直視型LCDへの応用実験として、櫛歯電極からなる平面電極セルを用いた光学特性と応答特性および視野角特性を評価し、その結果と実用化のための課題を記述した。6章では3章から5章で詳述した本研究のまとめを記述した。

本研究によって、まず液晶のI相温度での電場効果によってN相秩序構造が誘起され、1次相転移の臨界点が存在することが確認された。複屈折性の電場依存性にはヒステリシスが存在するが、臨界点以上の温度および電場ではヒステリシスが消失することを確認した。応答特性に関しては短距離秩序構造に起因する1msecを下回る短時間の応答時間が得られることを確認した。また、電気光学特性には界面の影響が存在することを実験的に見出し、界面配向処理を最適化したセル構造を提案した。これらの実験結果は理論解析と半定量的に整合することを確認した。本論文で考察した技術をLCDにするための実験的検討を行った結果、従来LCDより高コントラストであり、広視野角を有することを確認した。今後の課題としては、数値解析と実験結果の間のより良い定量的な一致を得るためのさらなる考察が必要である。また、実験から得られた界面の影響に関しては、表面エネルギーとひずみ弾性自由エネルギーの寄与を考察する必要がある。さらに、応答特性についても理論的な解析が必要である。

産業的な観点からは本研究によってLCDへの応用可能性を示すことが出来たが、課題点も明確となった。ヒステリシスのないLCDを実現するためには、駆動電圧の低電圧化は重要な項目である。そのためには電極形状の最適化や液晶材料の誘電率異方性の増大によって改善を図ることが可能であるが、本研究でおこなった理論解析に基づいて、それ以外のパラメーターを最適化することによる低電圧化も検討する必要がある。